MATHCAD

Andreas Zandomeneghi PCN-DSK-404\MCAD*.MCD

1. Einleitung

Der sehr interessante Artikel von Horst Schwarz in der letzten Ausgabe der PC-NEWS hat mich auf die Idee gebracht, das Programm Mathcad, gewissermaßen ein Gegenpart zu "Derive", heute etwas näher vorzustellen. Es ist natürlich im Rahmen eines derartigen Artikels nicht möglich, alle Details zu beleuchten, es liegt mir eher daran, Neulinge, speziell solche, die der Mathematik etwas skeptisch gegenüber stehen, für die Software zu interessieren.

Was Herr Schwarz in seinem Artikel über den Sinn und Zweck von Computer-Algebra Systemen sagt, gilt naturgemäß auch für Mathcad: Bei der Beschäftigung mit der Mathematik wird das unmittelbare Erfolgserlebnis des Schülers gestärkt, man sieht die Ergebnisse unmittelbar und kann Veränderungen an den Resultaten bei neu eingegebenen Eingangsdaten unmittelbar und direkt erleben.

Darüber hinaus eignet sich Mathcad jedoch auch dazu, professionellen Ansprüchen, wie sie z.B. in der Technik gefordert sind, zu genügen. Erfolgen doch Dimensionierung und Berechnung von Bauteilen im Bauingenieur- und Maschinenbauwesen auch heute noch teilweise auf mühsamen und fehlerträchtigen Weg per Hand und Taschenrechner. Speziell wenn es um die Erstellung von professionellen Dokumentationen von Berechnungsergebnissen geht, hat meiner Meinung nach Mathcad die Nase noch vor anderen Paketen wie "Derive" oder "Axiom".

2. Historisches

Das Software-Paket Mathcad wurde von der amerikanischen Firma Mathsoft in Massachusetts (USA) auf den Markt gebracht und existiert bereits seit mehreren Jahren. Die Version 2.5 war (bevor sich Windows in breitem Rahmen durchsetzte) die letzte Version, die direkt unter DOS lief. Schon damals, ich war gerade Studienassistent an der TU-Wien, (1987/88), war mir Mathcad als sehr leistungsfähiges Programm positiv aufgefallen. Die zur Zeit aktuelle Version für Windows trägt die Nummer 4.0, wurde weiter verbessert, ohne die guten Grundprinzipien über Bord zu werfen. Als eventuellen Nachteil kann man allerdings werten, daß speziell die neueste Programm-Version Windows-Resourcen geradezu gierig an sich reißt und deshalb auch einen schnellen Rechner, viel RAM und etwa 15MB Festplattenplatz benötigt. Die Version 4.0 ist seit einigen Monaten auf dem europäischen Markt erhältlich. Inzwischen sind auch deutsche und andere europäisch-sprachige Versionen verfügbar.

3. Wie funktioniert die Software?

Mathcad ist im wesentlichen ein Gleichungslöser. Diese Gleichungen erscheinen im Mathcad-Editor (sowie auf dem Ausdruck) in gleicher Form, wie beim Lösen von Gleichungen auf einem Blatt Papier. Die "Bausteine", die ein Mathcad-File, genannt "Dokument", aufbauen, heißen "Regionen". Es gibt drei Typen solcher Regionen: Gleichungen, Grafiken und Text. Diese können mit der Maus problemlos verschoben und nebeneinander oder nacheinander angeordnet werden.

Wird mit der Maus kein anderer Button in der linken Befehlsspalte angeklickt, ist Mathcad defaultmäßig im Gleichungsmodus. Mathcad enthält eine sehr große Zahl von bereits definierten Funktionen, dazu gehören (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) die vier Grundrechnungsarten, Quadrat, alle Arten von Wurzeln, trigonometrische Funktionen, Matrix-Operationen, logarithmische und e-Funktionen, Integrale/ Differentiale sowie transzendente Funktionen.

Das Laden und Speichern von Dokumenten erfolgt wie bei Programmen, die unter Windows laufen, üblich ist.

Die wichtigsten Operatoren werden in Mathcad unter den folgenden Tasten (oder durch Buttons auf der linken Spalte) erreicht:

Eingabe am Keyboard	es erscheint	Bedeutung
:	:=	Zuweisung
=	=	Berechnung
.	.	Multiplikation
^	hochgestellt	Quadrat
~	###	Identität
;	..	Intervall
@	Grafik	

Um das Programm kennenzulernen, ist am besten, mit einem einfachen Beispiel zu beginnen, Eingabewerte zu verändern und "online" zu beobachten, wie sich die Ergebnisse ändern. Es ist wichtig, sich vor Augen zu führen, daß die Berechnung der Gleichungen stets von oben nach unten, und wenn zwei Gleichungen in der selben Zeile stehen, von links nach rechts erfolgt. Bei Irrtümern, Fehlern etc., erscheinen sofort entsprechende Fehlermeldungen direkt im Dokument.

Eine weitere leistungsfähige Eigenschaft von Mathcad ist, daß Bitmaps sowohl per Clipboard als per ".BMP" Datei in ein Dokument eingebunden werden können. Somit können Skizzen, Pläne etc. die Übersichtlichkeit und "Lesbarkeit" einer Berechnung erhöhen. (Ich erstelle die Bitmaps meist mit dem "Designer".)

Auch das Austauschen von Daten, z.B. mit einem Spreadsheet-Programm, ist kein Problem. Es existieren die Funktionen READPRN und WRITEPRN sowie einige weitere, die Daten in ASCII-Form in Dateien schreiben und auch wieder lesen können. Auch diese "Aktionen" erfolgen im Ablauf der Mathcad-Berechnung, als von oben nach unten im Dokument.

Erwähnenswert ist noch, daß Mathcad wesentliche Teile des auch als Einzelprogramm erhältlichen symbolischen Solvers "Maple" enthält. Darauf gehe ich jedoch aus Platzgründen in diesem Artikel nicht weiter ein.

4. Einheitendefinition

Eine besondere Stärke von Mathcad liegt in der Möglichkeit, physikalische, d.h. einheitenbehaftete Ausdrücke, auf ihre dimensionsgerechte Schreibweise online zu überprüfen. Dazu ist es nur erforderlich, am Beginn des Dokuments Ausgangsgrößen zu definieren. Für unsere Beispiele benötigen wir Länge, Zeit und Masse. Wir schreiben deshalb die "Gleichungen"

$$m \equiv 1L \quad , \quad sec \equiv 1T \quad , \quad kg \equiv 1M$$

(Das Zeichen "≡" bedeutet "Identität" und ist als einzige Mathcad-Gleichung im gesamten Dokument definiert, also schon am Beginn bekannt, auch wenn sie erst als letzte Gleichung im Dokument stünde.). Danach müssen wir nur noch die aus diesen drei Basisgrößen abgeleitete Größen definieren. z.B.

$$ms := \frac{1}{1000} \cdot sec$$ Millisekunde oder

$$N := kg \cdot \frac{m}{sec^2}$$ Newton usw.

Da die meisten Größen immer wieder benötigt werden, empfiehlt es sich, ein "Prototypendokument" mit Grund- und abgeleiteten Einheiten zu erstellen, das als Ausgangsdokument für jede neue Mathcad-Berechnung dienen kann.

Als Resultat einer einheitenbehafteten Berechnung entsteht als Einheit des Berechnungsergebnisses eine, auf den ersten Blich etwas verwirrend aussehende Kombination der Grundgrößen. Es erscheint jedoch auch ein Platzhalter, in dem wir schließlich die gewünschte, abgeleiteten Größe (z.B. "cm" oder "N") manuell eingeben können. Die

Zahlenwerte werden sofort dimensionsrichtig umgerechnet! (Das Prinzip werden wir in 5.3 nochmals sehen.)

5. Beispiele (auf Diskette beim Club erhältlich)

Es soll nun das Prinzip, wie wir bei Berechnungsbeispielen mit Mathcad rationell zu einem Ergebnis kommen, anhand einiger Beispiele verständlich gemacht werden:

5.1 Parabelberechnung (PARABEL.MCD)

Als "klassisches" Schulbeispiel wollen wir uns die Parabel

$$y(x) = x^2 + 2x - 6$$

etwas näher ansehen. Sie ist im Intervall [-5,5] darzustellen. Es soll eine "Kurvendiskussion" ausgeführt werden. Dazu wollen wir Funktionswerte der Funktion berechnen, den Graph im Bild darstellen, sowie den Extremwert (Scheitel) berechnen. Außerdem soll die Ableitungsfunktion in einem zweiten Bild zusammen mit der Ausgangsfunktion dargestellt werden.

Die Darstellung dieses Intervalls in Mathcad lautet:

`x := -5,-4.9 .. 5`. Mehr ist nicht notwendig. Mathcad "weiß", daß `x` zwischen -5 und +5 liegt, und daß uns für die Rechnung nur Werte in Schritten von 0.1 interessieren.

Mit der Eingabe von `y(x)=` erscheint eine komplette Liste von x-Werten mit den zugehörigen Funktionswerten.

Als nächstes wird der Funktionsgraph (Plot) generiert. Beim Anklicken des entsprechenden Symbols oder der Eingabe von "`@`" erscheint ein leeres Rechteck, an dessen Rändern vier Platzhaltern zu sehen sind. Zumindest die Funktionen der beiden Achsen müssen dort eingetragen werden, um die Fehlermeldung zum Verschwinden zu bringen, die gleich bei der Erstellung des leeren Graphs erscheint.

Auf der x-Achse (Abszisse) tragen wir als "Funktion" `x` ein, auf der Ordinate `y(x)` (wir könnten auch die komplette rechte Seite der Funktionsgleichung dort hineinschreiben.). Die beiden Randwerte auf der x-Achse sind Mathcad wegen der Intervallgrenzen bereits bekannt. Auch die Grenzen auf der Ordinate berechnet das Programm selbständig, das Intervall der Funktionswerte ist natürlich `[f(-5),f(5)]`.

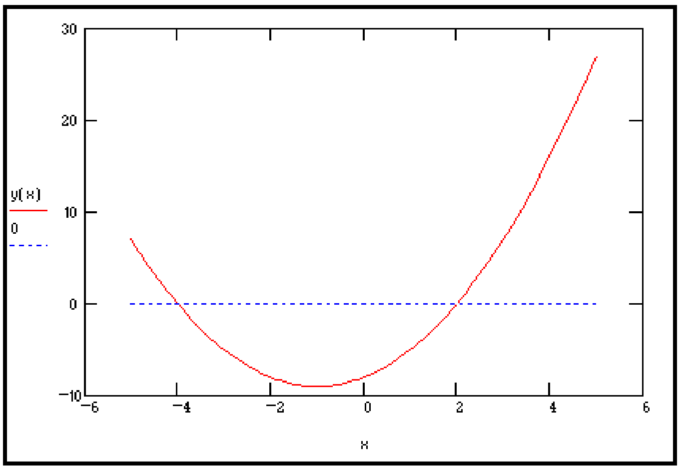
Schließlich stellen wir noch die x-Achse dar, in dem auf der Ordinate (Eingabe eines Kommas), die zweite "Funktion" "0" eingegeben wird.

Nun wollen wir die Nullstellen der Parabel berechnen. Dazu wird ein Startwert für `x` benötigt, der Mathcad-Befehl "Given", und die Funktionsgleichung `y(x)=0`. Je nach Startwert konvergiert die Lösung gegen die rechte oder die linke Nullstelle.

Die Ableitungsfunktion berechnen wir zu

$$ys(x) = 2x + 2$$

In einem zweiten Bild wird diese zusammen mit der Ausgangsfunktion dargestellt.



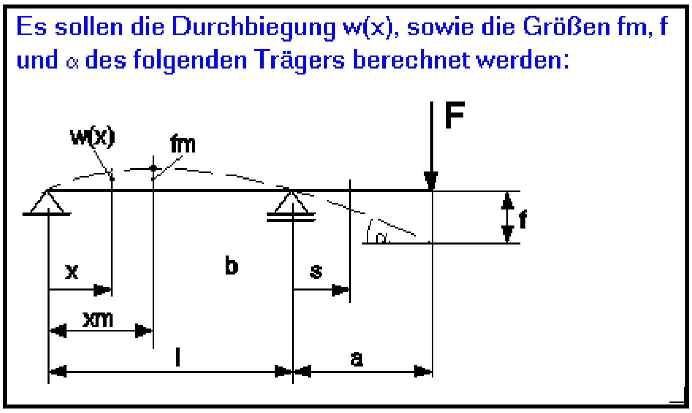
5.2 Höhenschnittpunkt eines Dreiecks im Raum (DREIECK.MCD)

Hier wird das Beispiel aus den letzten PC-NEWS wiederum behandelt. Berechnet werden die selben Größen wie in der Derive-Berechnung. Die Resulate stimmen natürlich überein.

Interessant, die verschiedenen Konzepte der beiden Software-Pakete an diesem zweifach gerechneten Beispiel zu sehen!

5.3 Biegeträger (TRAEGER.MCD)

Sehen wir uns nun ein mehr technisches Problem an: Es soll die Durchbiegung eines zwei mal gelagerten Balkens, der am freien Ende mit einer Einzelkraft belastet ist, berechnet werden.

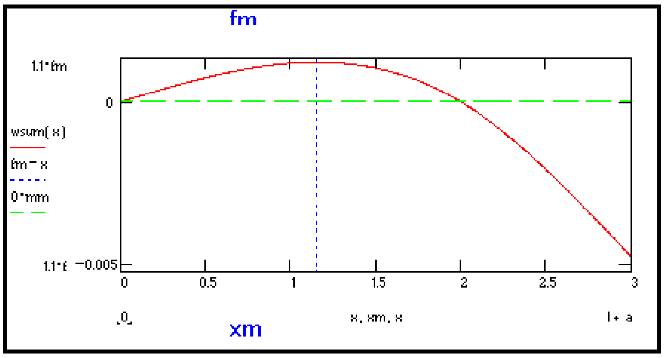


Hier kommen als Dimensionen "Meter" und "Newton" vor.

Die Eingangsgrößen des Problems sind (in [] steht die Dimension):

- Trägerlänge "l" und "a", [m]
- Belastung (Kraft) "F", [N]
- Flächenträgheitsmoment "J" des Querschnitts, [m^4]
- E-Modul "E" (Werkstoffkenngröße) [N/m^2]

Sind diese Werte bekannt, schlagen wir eine Formel (=Gleichung) für die Biegelinie dieses Balkens in einem entsprechenden Datenbuch (hier Dubbel, Taschenbuch des Maschinenbaus) nach und geben sie in Mathcad ein. Gleichung (1) gilt nur im linken, (2) nur im rechten Bereich. Die Mathcad "if-Bedingung" kombiniert die beiden Teile. Die Größe der Maximalabsenkung unter der Kraft und der maximalen Aufwölbung wurden direkt und alternativ durch Einsetzen in (1) und (2) berechnet.



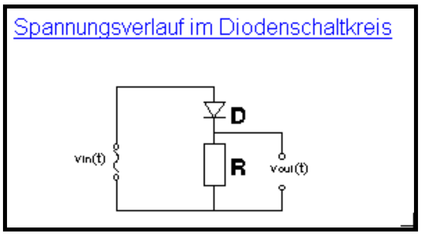
Während wir aber bei der Berechnung mit Papier, Bleistift und Taschenrechner darauf achten müssen, daß wir die richtigen Einheiten einsetzen oder richtig mit Zehnerpotenzen multiplizieren, nimmt uns Mathcad die Arbeit ab. Wir könnten z.B. l in cm und J in mm^4 verwenden.

Während in diesem Beispiel der Aufwand für die Berechnung "zu Fuß" noch vertretbar erscheint, kommen bei Berechnungen, bei denen mehrere Trägerabschnitte mit komplizierteren Belastungsverläufen (Gleichlastanteile etc.) zu berechnen sind, die Vorteile von Mathcad erst voll zu tragen.

5.4 Schaltungen (DIODE.MCD, DIODE4.MCD)

Da der PC-Club erfahrungsgemäß viele Elektrotechniker zu seinen Mitgliedern zählt, darf auch ein Schaltungsbeispiel nicht fehlen, das ich mit Mathcad untersucht habe. (Nebenbei: Da ich selbst kein Elektrotechniker bin, verzeihe man mir die in dem Dokument evt. nicht ganz astreinen Bezeichnungen etc...)

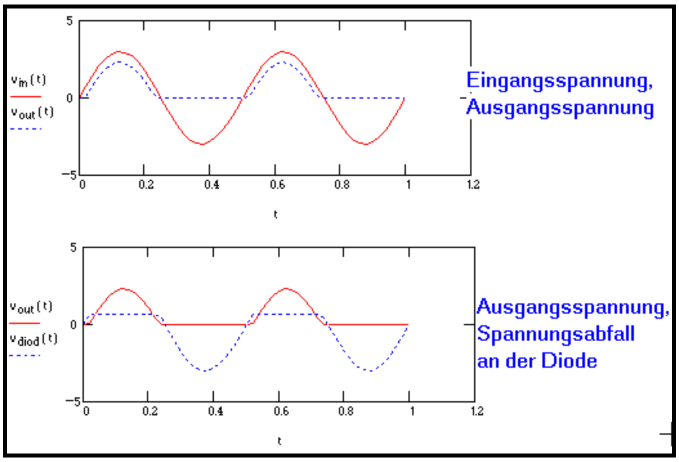
Wir betrachten einen Diodenschaltkreis, an dem eine sinusförmige Wechselspannung angelegt wird.



Und so stellen sich die Formeln im Mathcad-Dokument dar: [1])

$v_0 := 3 \cdot V$	Scheitelspannung
$u_F := 0.7 \cdot V$	Diodenknickspannung
$n := 50$	Anzahl der berechneten Werte
$f := 2 \cdot Hz$	Frequenz der Wechselspannung
$T := \frac{1}{f}$	Peiodendauer der Wechselspannung
$dt := \frac{2 \cdot T}{n}$	Schritt-Zeitintervall
$t := 0 \cdot sec, \frac{2 \cdot T}{n} .. 2 \cdot T$	Zeitpunkte für Berechnung
$v_{in}(t) := v_0 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t)$	Eingangswechselspannung definieren
$v_{out}(t) := if\left[v_{in}(t) > u_F, v_{in}(t) - u_F, 0 \cdot V\right]$	[illegible]ne Ausgangsspannung des [illegible]eises (Diodenkennlinie)
$v_{diod}(t) := v_{in}(t) - v_{out}(t)$	Spannungsabfall an der Diode

Das entsprechende Mathcad Dokument findet auf einer einzigen A4-Seite Platz und zeigt Eingangs- und resultierende Ausgangsspannung im Bild.



Eine Variante dieses Beispiels berechnet einen Gleichrichterschaltkreis, an dem wiederum eine Wechselspannung anliegt. Im Ergebnis sehen wir die um die doppelte Diodeneckspannung "geschwächte" Ausgangsspannung des Kreises. (DIODE4.MCD).

>>> Schluß auf der nächsten Seite

Mathematica

Michael Kugler, N, TGM DSK-404\MMC

Mathematica gesellt sich in die Reihe der Mathematik-Programme wie Derive oder Mathcad. Es muß nicht unbedingt als Konkurrent angesehen werden; jedes dieser Programme hat seine Anwender. Dieser Beitrag - weitere werden folgen - zeigt an Hand des Beispiels eines Serienschwingkreises, wozu Mathematica in der Lage ist.

Bemerkungen

Mathematica

Eine der Besonderheiten liegt in der Möglichkeit, Trickfilme zu erstellen. Da es in einer Zeitung nicht möglich ist, einen Film ablaufen zu lassen, habe ich aus den jeweiligen Sequenzen die beiden ersten und letzten Bilder dargestellt.

Die Syntax von Mathematica erscheint auf den ersten Blick ungewohnt. Ich habe versucht, dort, wo es mir wesentlich erschienen ist, einige Bemerkungen zu machen. Diese Bemerkungen lassen sich im Notebook, bedingt durch eine raffinierte Zellstruktur, ausblenden, so daß der jeweilige Benutzer nur die für ihn relevanten Bereiche sieht. Im vorliegen Notebook sind alle Ebenen eingeblendet.

Mathematica und Winword

Mathematica arbeitet auf den verschiedensten Plattformen, Windows ist nur eine von ihnen. Damit die Kompatibilität gewahrt bleibt, verwendet Mathematica Postscript zur Formatierung von Text und Graphik. Daraus ergibt sich ein Problem in der Zusammenarbeit mit Winword. Ein direktes Einlesen des Notebooks in Winword ist nicht möglich. Es ist jedoch über einige Umwege möglich. Bei der Graphik gibt es jedoch ein Problem: Die Größenformatierung der in den Graphiken vorkommenden Zeichen werden von Winword schlichtweg ignoriert und mit einem relativ kleinen Wert belegt; sogar wenn in Mathematica mit Formatanweisungen die Graphiken mit größeren Fonts ausgestattet werden. Daher ist die Beschriftung der Graphiken nicht optimal.

Das vorliegende Notebook

In jeder interaktiven Sitzung mit Mathematica werden die Eingabezeilen z.B. mit `In[3]:=` bezeichnet. Jeder Output erhält entsprechend `Out[3]=`. Damit Ein- und Ausgaben unterscheidbar sind, habe ich daher für die Eingaben **`Lucida Sans Typewriter fett`**, für die Ausgaben `Lucida Sans Typewriter` benutzt. Im Notebook sieht das ganze dann so aus:

```
In[23]:=lsg1=Solve[Im[zGes]==0,omega]
                         1
Out[23]={{omega -> -(---------------)}}
                   Sqrt[c] Sqrt[l]
```

Da in Mathematica alle eingebauten Funktionen mit einem Großbuchstaben beginnen, ist es sinnvoll alle selbstdefinierte Namen mit einem Kleinbuchstaben beginnen zu lassen, daher z. B. `omega` statt `Omega`.

Der Mathreader

Die Firma Wolfram-Research in Illinois, USA, als Urheber von Mathematica hat ein frei verfügbares Produkt herausgegeben, den Mathreader, mit dessen Hilfe Notebooks gelesen und ausgedruckt werden können. Dieser Mathreader ist ab sofort beim Klub erhältlich. Er enthält zusätzlich weitere informative Notebooks über Mathematica.

>>> Schluß des Beitrags Mathcad

6. Zusatzsoftware

Die bis jetzt beschriebenen Beispiele geben einen kleinen Einblick, wie Berechnungsbeispiele mit Mathcad gelöst werden können. Für komplexere Aufgaben zeigt es sich nun, daß das Auffinden der entsprechenden Definitions-Gleichungen des jeweiligen Problems etc. und das Formulieren des Problems in mathematischer Form nun der zeitraubendste Teil der Lösung ist. (Was für das Berechnen "zu Fuß" natürlich auch gilt.)

Um dem Anwender zeitraubende Eingaben zu ersparen, sind in der Zwischenzeit eine Reihe von Zusatzpaketen auf den Markt gekommen. Es gibt im wesentlichen zwei Arten von Zusatzsoftware:

- Elektronische Handbücher: Zu diesen zählen im wesentlichen Tabellen mit einer großen Anzahl von physikalischen Konstanten.
- Zusatzpakete: Hier werden Aufgaben aus Teilgebieten der Mathematik beispielhaft gelöst. Diese "Fertig-Dokumente" können für spezielle Fragestellungen leicht abgewandelt werden. Es sind beispielsweise folgende Pakete verfügbar: Statistik, Differentialrechnung, Bauingenieurwesen, Elektrotechnik, Mechanik usw.

Mit diesen Zusatzpaketen ist es sogar möglich, gewöhnliche, auch nichtlineare Differentialgleichungen (mechanische und elektr.Schwinger etc.) zu lösen, sei es, daß keine explizite, allgemeine Lösungsfunktion existiert oder daß es zu aufwendig wäre, diese ausfindig zu machen. Derartige Aufgaben erfordern allerdings einen entsprechend schnellen Rechner, um z.B. bei einer Runge-Kutte Näherungsrechnung mit 400 Stützstellen innerhalb vernünftiger Zeit zu einem Ergebnis zu kommen.

7. Ausblick

Abschließend kann ich feststellen, daß mit Mathcad die rechnerische Lösung einer Vielzahl von Problemen wiederum ein Stück einfacher geworden ist. Dennoch dürfen wir die Tatsache nicht aus den Augen verlieren, daß eine Rechnung nur so gute Ergebnisse liefern kann, wie die Eingangsdaten "verläßlich" sind. Es macht also beispielsweise wenig Sinn, eine Trägerdurchbiegung auf 0.01mm zu berechnen, wenn die wirkende Kraft nur grob bekannt ist. Genauso muß die Gültigkeit von Gleichungen für entsprechende Werte beachtet werden usw. Zusammengefaßt, wir dürfen uns nicht dazu verleiten lassen, wegen leistungsfähiger "Rechen-Tools" den gesunden Menschenverstand außer acht zu lassen. Grundlegende Kenntnisse der Mathematik oder Mechanik kann auch noch so leistungsfähige Berechnungssoftware nicht ersetzen!

Sollten Sie weitere Fragen oder Anregungen zu meinen Ausführungen haben, können Sie mich über CompuServe (100276,1244) erreichen.

Literaturhinweise

D.Donnelly, MathCAD for Introductory Physics, Addison-Wesley, 1992
J.Rowell, Mathematical Modeling with MathCAD, Addison-Wesley, 1990
Div.Autoren, Quarterly Electronic Magazine, Mathsoft Inc., 1993
P.Voit, Mathcad 3.1 für Windows, Toolbox-Magazin, Red.DOS, 4/1992
D. Reiermann, Mathcad für Windows, eine gute Lösung, PC-NEWS-31, S.38.
H. Schwarz, Vektoralgebra mit Derive, PC-NEWS-35, S.18 ☐

Hinweise

Alle hier dargestellten Beispiele sind sowohl im Mathcad-Format der Version 3 als auch im Format der Version 4 auf der Diskette in den Verzeichnissen `MCAD\3` und `\MCAD\4` enthalten.

[1]) Der Textfehler bei v_{out} entstand durch Konversion der in Version 4 erstellten Dokumente in die Version 3 mit einer nicht ganz vollständig installierten MathCad-Version in der Redaktion.